

Ökosystemleistungen der Biodiversität für die Verbesserung der Wirtschaftsleistung im Steillagenweinbau nutzen und stärken

Workshopreihe Wissenstransfer 2023/2024



Themen-Workshop 1

Regionaler Klimawandel Ökosystemleistung Klimaregulation

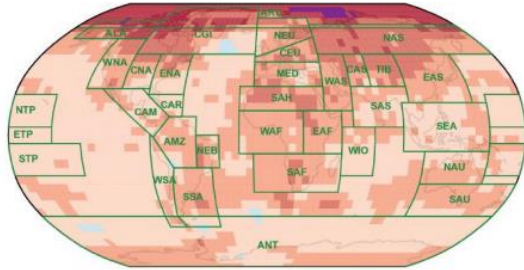
Dr. Barbara Köstner

Professur für Meteorologie, Technische Universität Dresden

LandCare gGmbH, Dresden



Globaler Klimawandel



Klimawandel – Chance & Gefahr Risiken mindern, Chancen nutzen

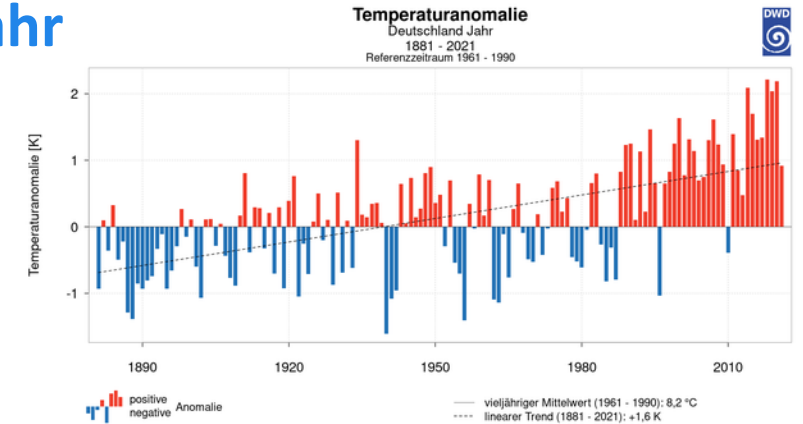
LAND. KANN. KLIMA.

ZUKUNFTS FORUM Ländliche Entwicklung

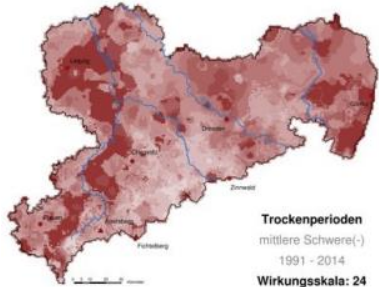
25. – 26.01.23

CityCube Berlin
Hybridveranstaltung

Klimaschutz und Klimaanpassung
in ländlichen Regionen



Regionaler Klimawandel



ReKIS
Karte erstellt im Auftrag des LfULG
Geodatenbasis: © 2012
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen
Geofachdaten: © 2012, Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie

Klimaanpassung



© dpa



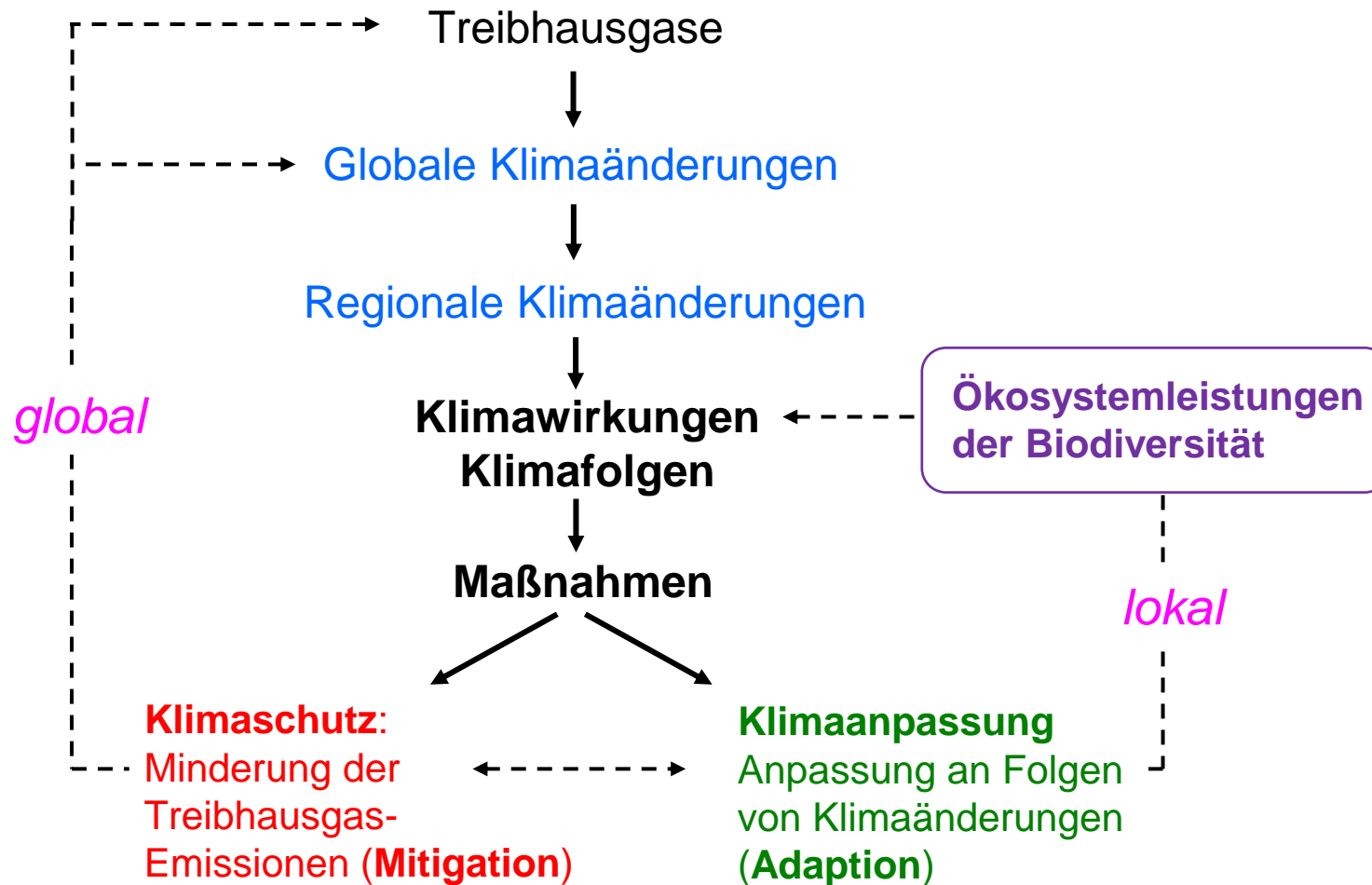
© LWG Veitshöchheim

Klimaschutz



©LEA Hessen

Wirkungsketten des Klimawandels



Klimawandel – *allgemeiner, populärer Begriff*

Globaler Klimawandel –

wissenschaftlich: *Globale Klimamodelle* politisch: *internationale Verhandlungen, Klimaschutz*

Klimaschutz – *Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen („global denken – lokal handeln“)*

Klimaänderungen – *typischerweise quantifiziert, in Zahlen ausgedrückt*

Klimawirkungen – *einzelne (quantifizierte) Wirkungen, zum Beispiel auf Pflanzen*

Klimafolgen – *auch komplexere Wirkungen, auf die Gesellschaft (z.B. Hochwasser, neue Vorschriften)*

Regionaler Klimawandel – *regionale/lokale Auswirkungen, wichtig für die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen*

Klimaanpassung – *Maßnahmen zur Reduktion von Schäden, Nutzung von Chancen
(Erosionsschutz, Hitzeschutz, Bewässerung, andere Rebsorten, höhere Qualitäten)*



Vulnerabilität (Verwundbarkeit)

ist ein Maß für Anfälligkeit eines **Ökosystems** oder **menschlichen Systems** gegenüber dem Klimawandel und für dessen Möglichkeiten, negative Wirkungen bewältigen zu können.

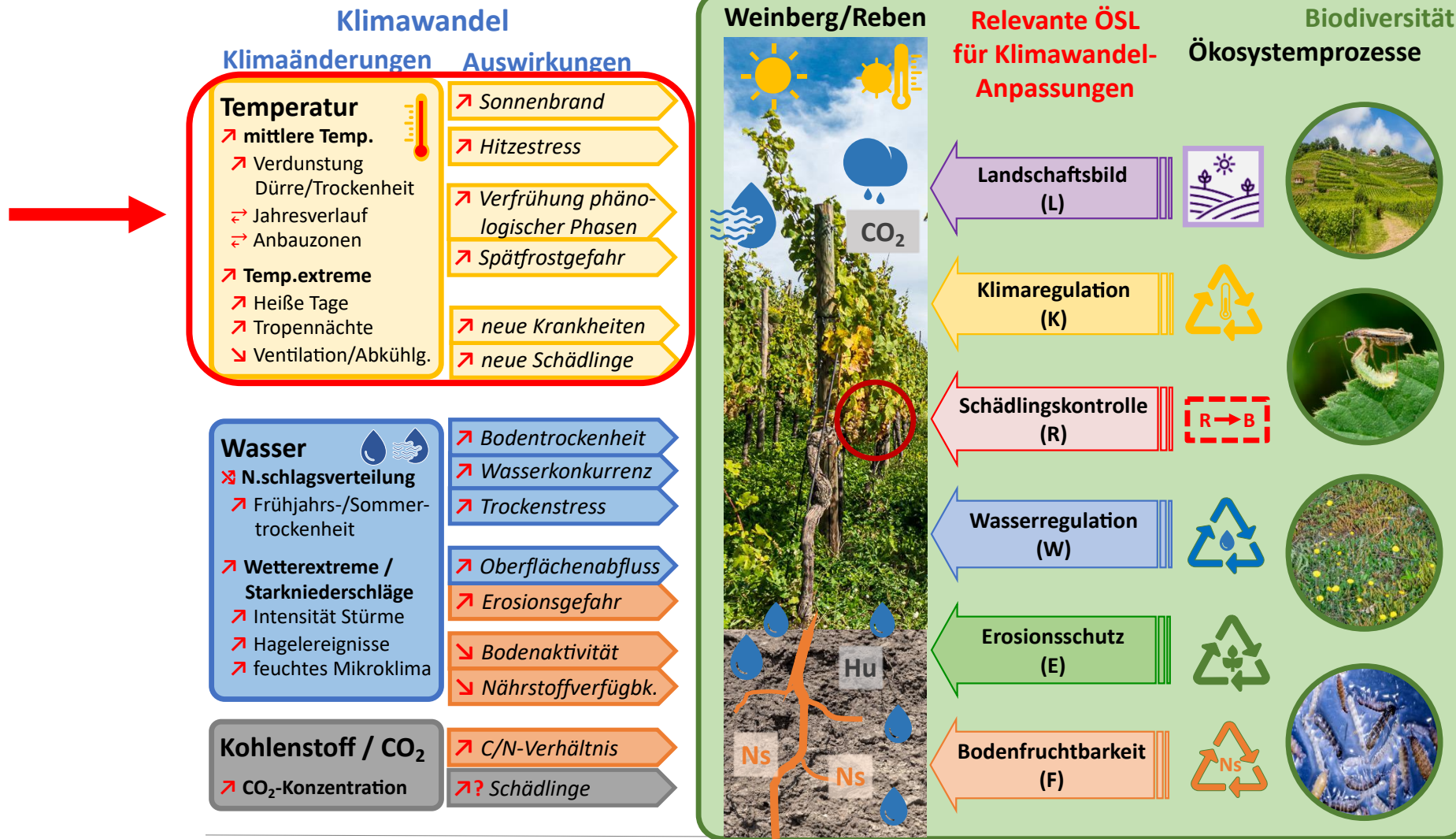
Faktoren der Vulnerabilität

- Intensität der Klimaänderungen
- Exposition gegenüber Klimafaktoren
- Sensitivität des Systems
- **Anpassungskapazität** des Systems, u.a.
Angepasste Arten,
Bildung, Forschung,
technische Lösungen,
finanzielle Mittel,
Zugang zu allen Mitteln der Anpassung,
aktives Risikomanagement

Weinberg-Steillagen

- ✓ Betroffenheit der Region
- ✓ verstärkt durch Steillagen, Südlagen
- ✓ geringer Wasserrückhalt, Gefahr von Bodenabtrag
- ✓ **Artenausstattung**
Verbesserung von Wissen und Wirtschaftlichkeit

Regionaler Klimawandel & Wirkungen auf den Weinbau



ReKIS
Regionales Klimainformationssystem
für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

ÜBER UNS VERANSTALTUNGEN AKTUELLES KONTAKT DARSTELLUNGSOPTIONEN

ReKIS WISSEN ReKIS KOMMUNAL ReKIS EXPERT

ReKIS WISSEN

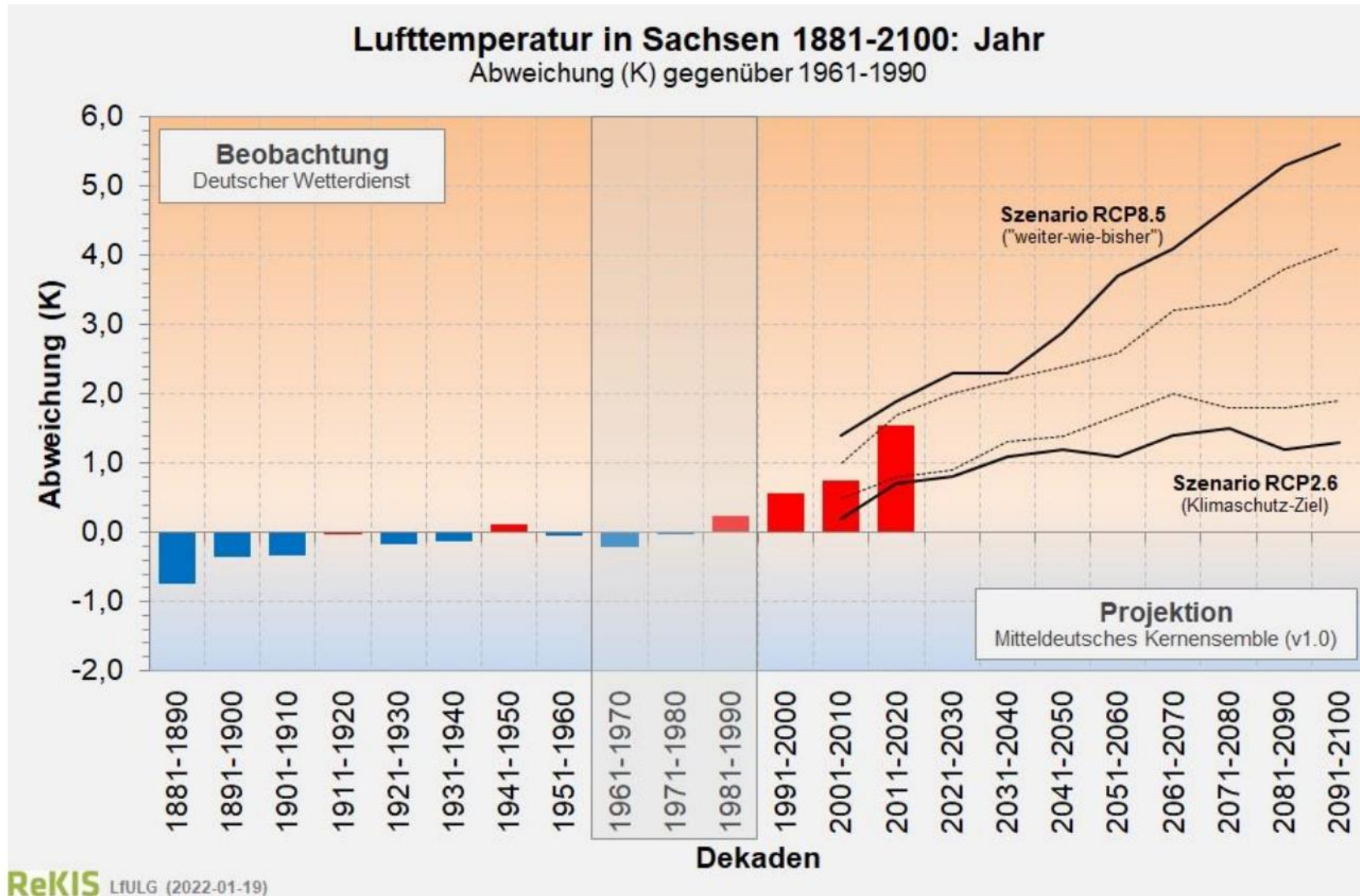
Klima-Informationen aus den Bundesländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

JETZT ANZEIGEN

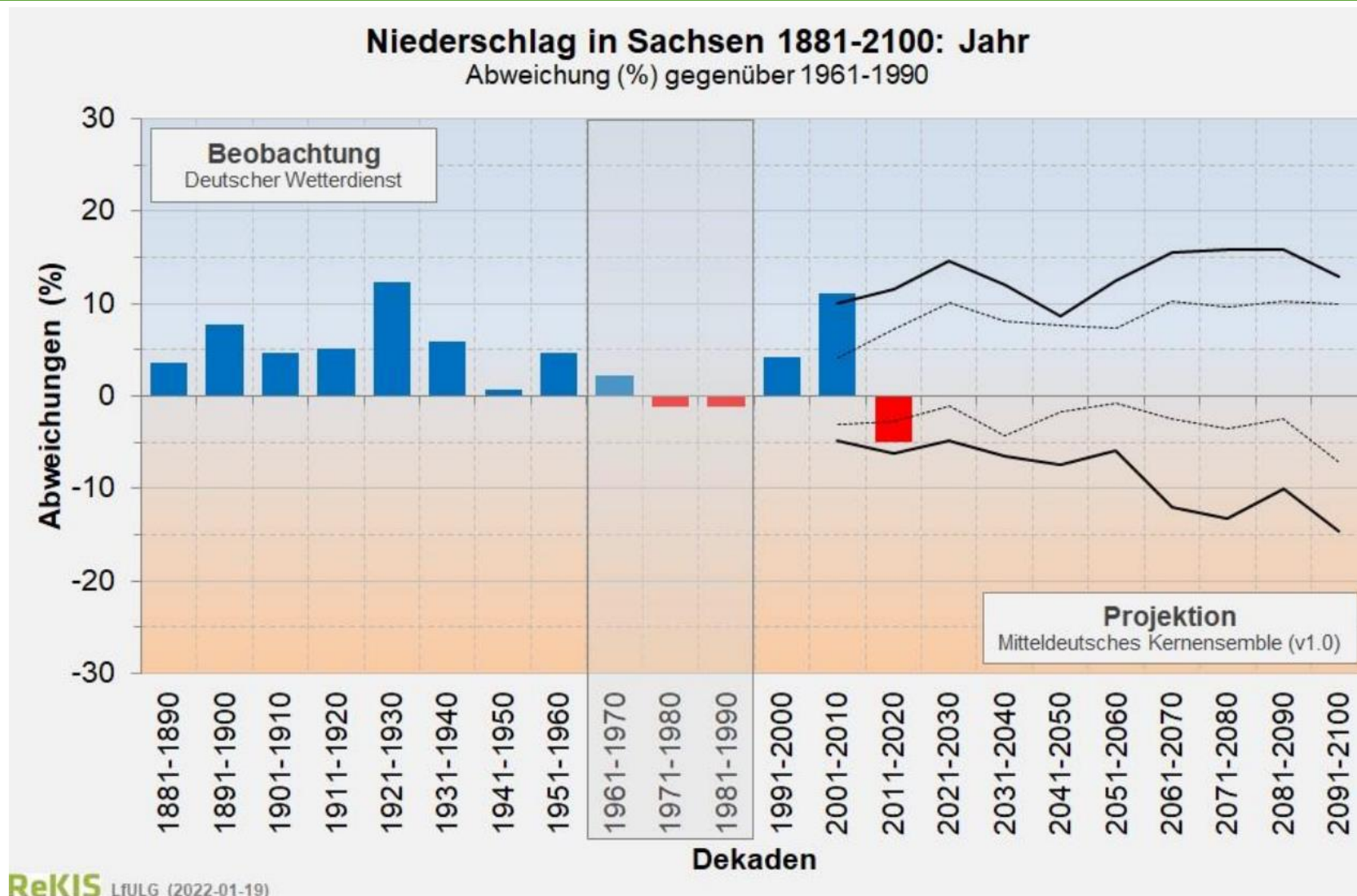
EXPERTEN MODUS
LÄNDERDATEN
DATENANALYSE
DATENSÄTZE
INTERPOLATION

ReKIS - REGIONALES KLIMAINFORMATIONSSYSTEM SACHSEN, SACHSEN-ANHALT, THÜRINGEN

Änderung der mittleren Lufttemperatur in Sachsen



Änderung der mittleren Niederschläge in Sachsen



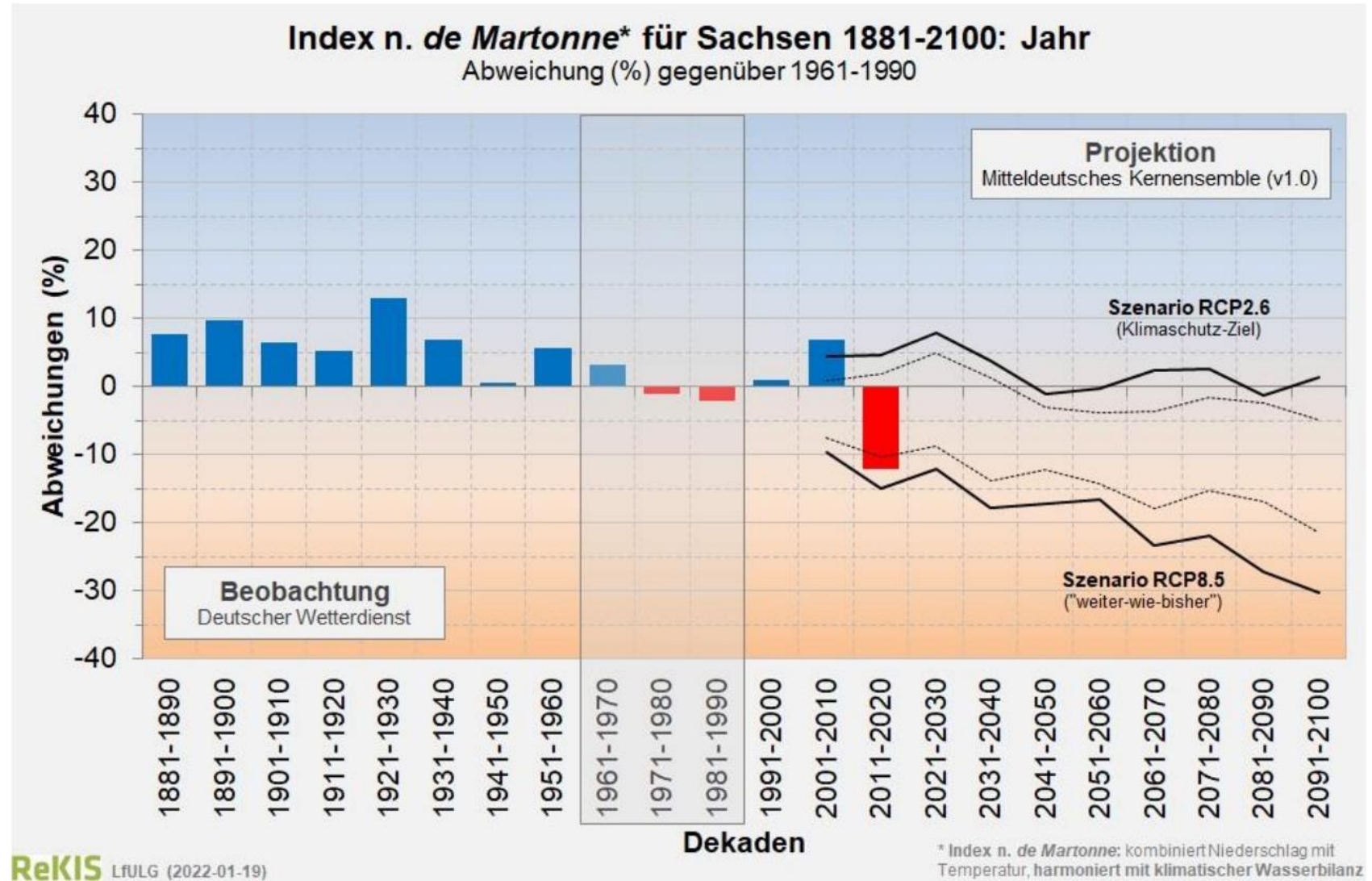
ReKIS LfULG (2022-01-19)

Zunehmende Trockenheit



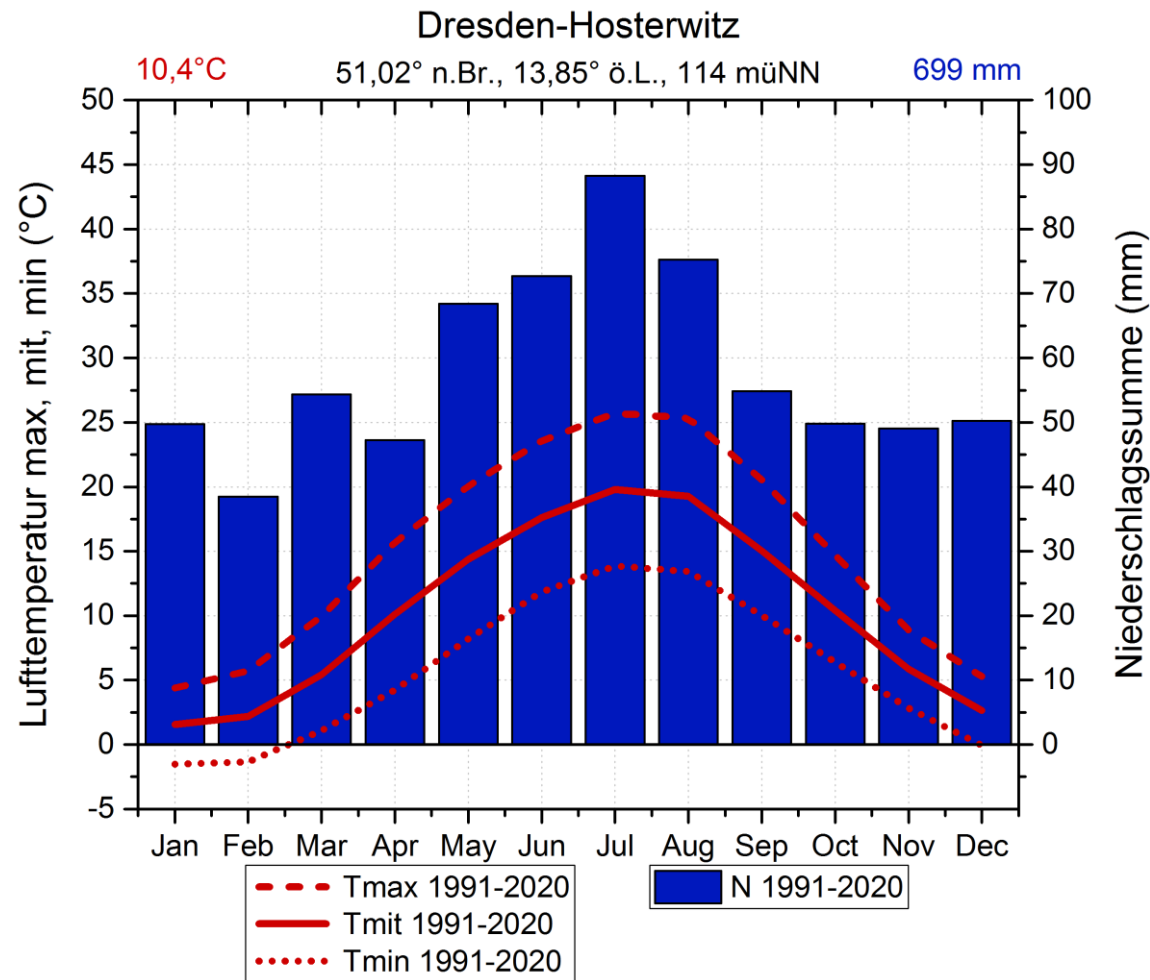
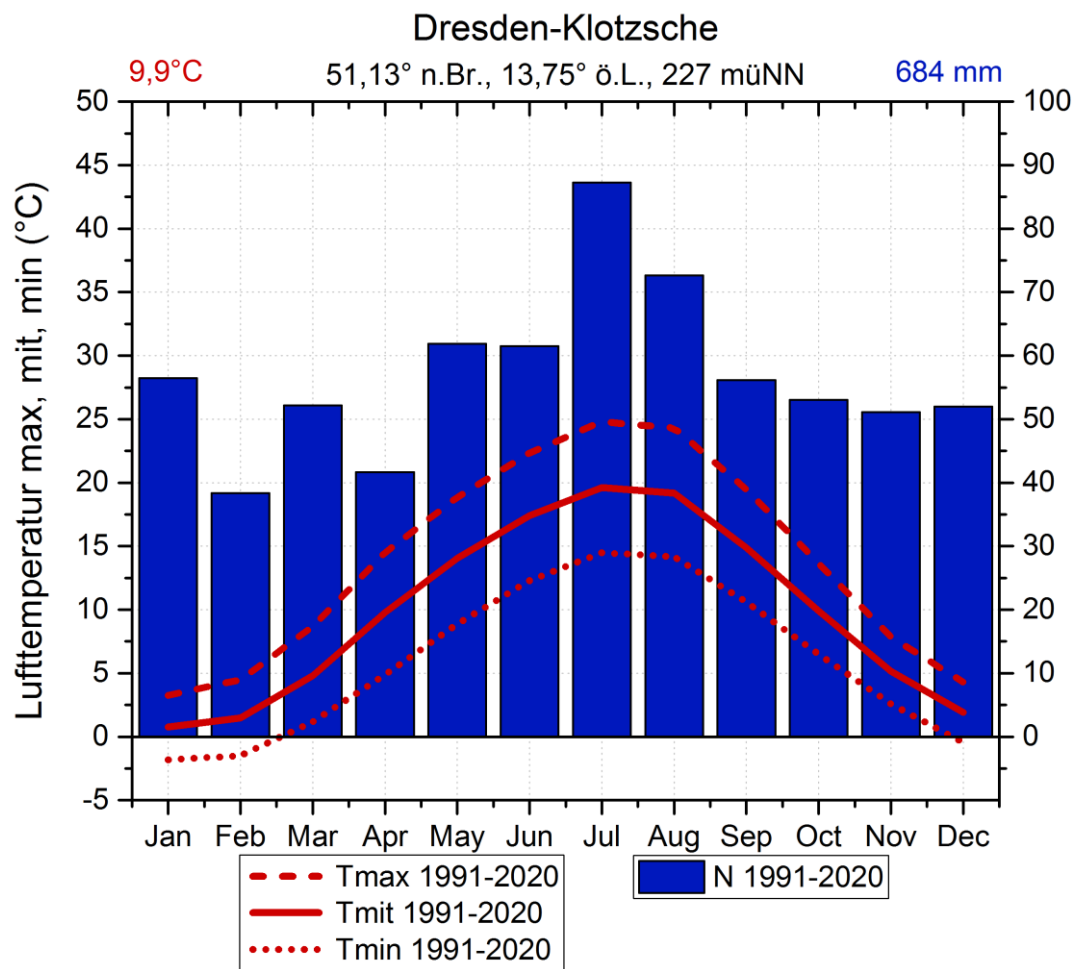
Trockenheitsindex nach De Martonne:

$$\text{Index} = \frac{\text{Niederschlag}}{(\text{Temp} + 10)}$$



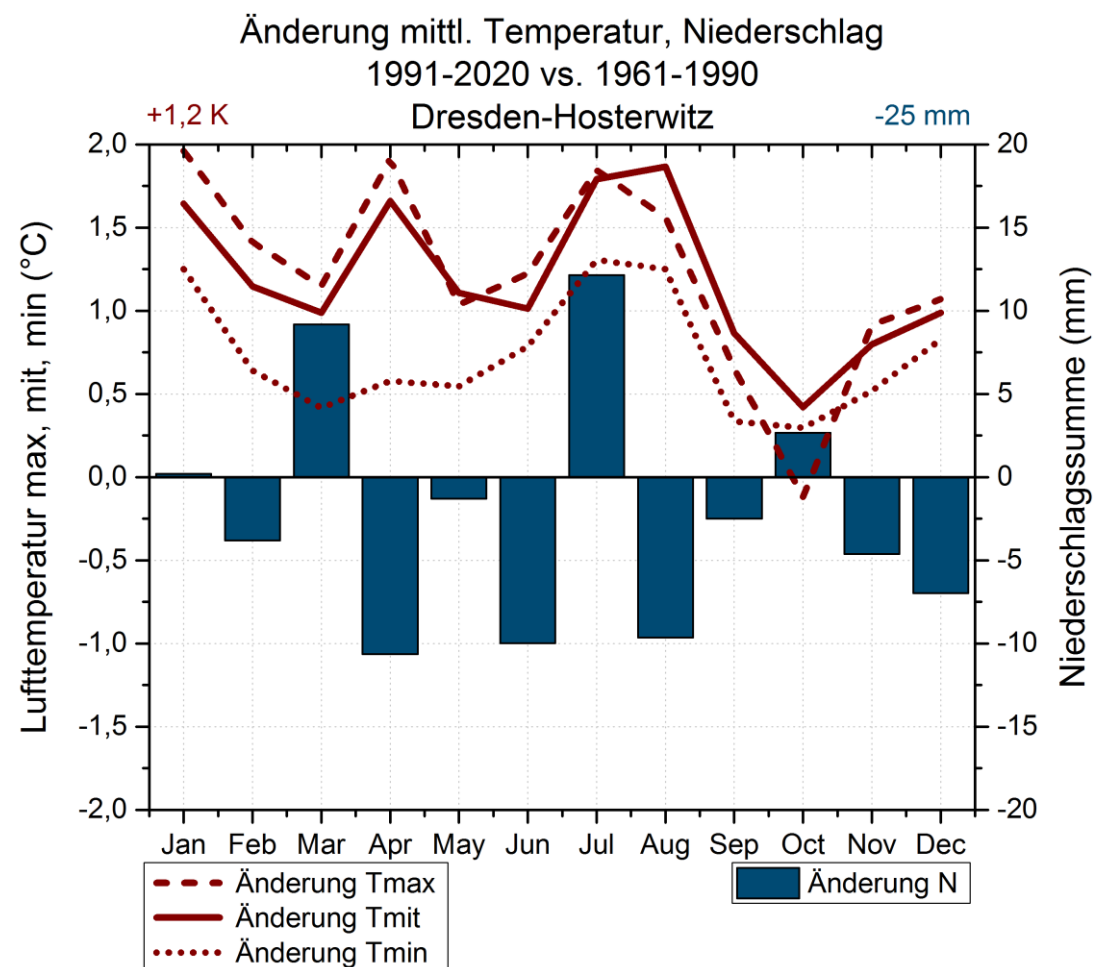
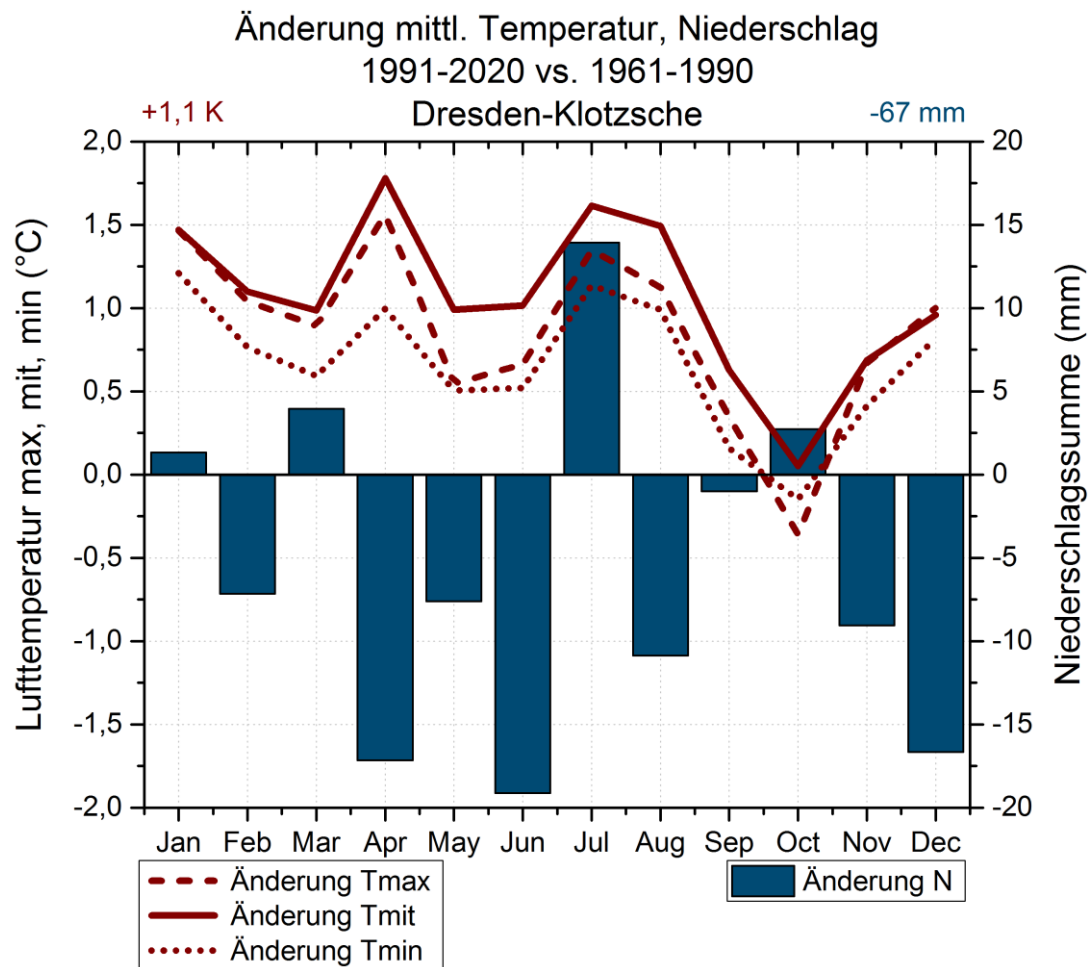


Klimadiagramme Mittelwerte der Monatstemperaturen und monatlichen Niederschlagssummen 1991-2020

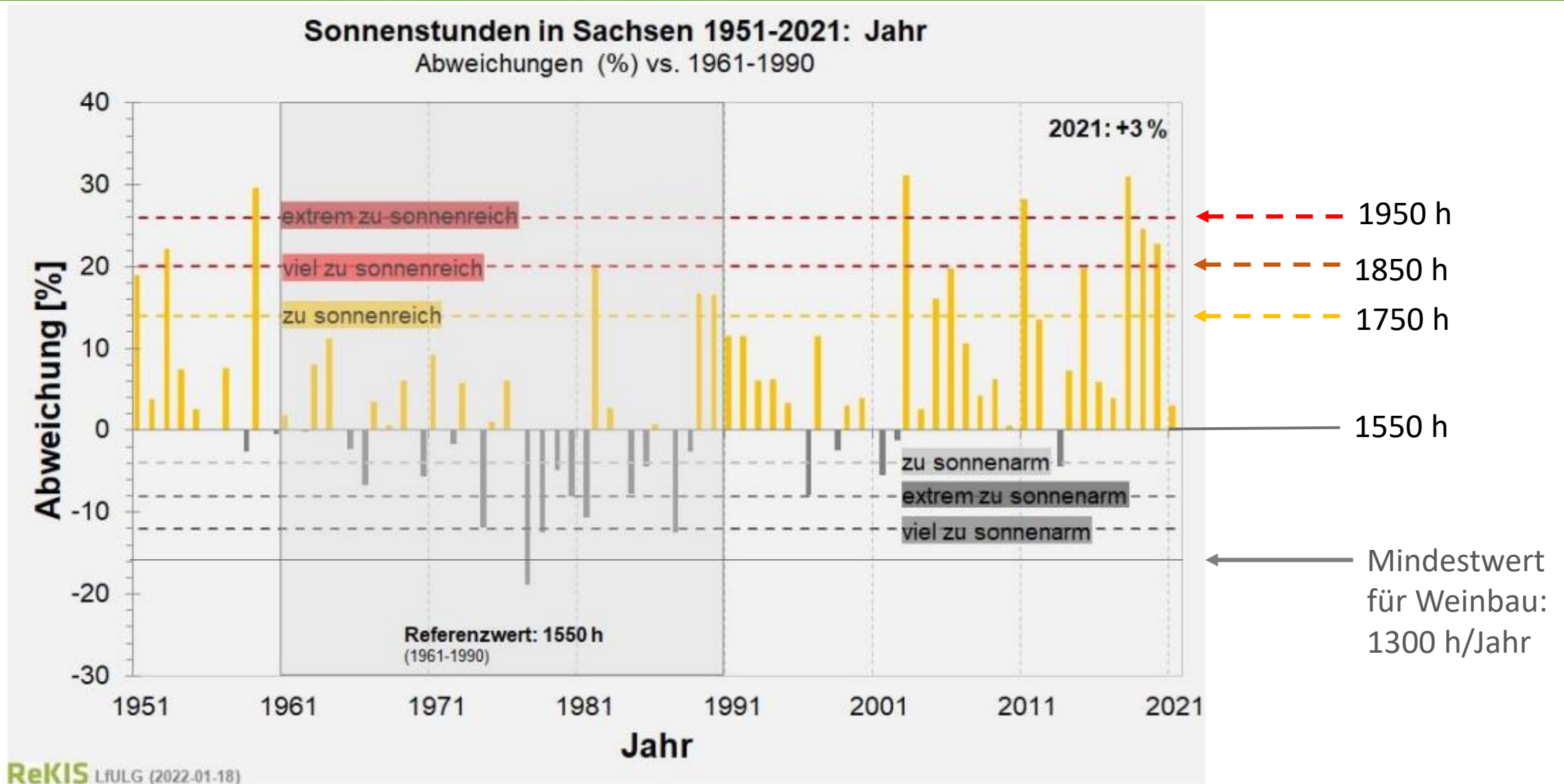




Differenzdiagramme 1991-2020 im Vergleich zu 1961-1990



Zunahme der Sonnenstunden



ReKIS
Regionales Klimainformationssystem
für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

ÜBER UNS VERANSTALTUNGEN AKTUELLES KONTAKT DARSTELLUNGSOPTIONEN

ReKIS WISSEN **ReKIS KOMMUNAL** ReKIS EXPERT

ReKIS WISSEN

Klima-Informationen aus den Bundesländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

JETZT ANZEIGEN

ReKIS - REGIONALES KLIMAINFORMATIONSSYSTEM SACHSEN, SACHSEN-ANHALT, THÜRINGEN



ReKIS

Regionales Klimainformationssystem
für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

ÜBER UNS VERANSTALTUNGEN AKTUELLES KONTAKT DARSTELLUNGSOPTIONEN

ReKIS WISSEN ReKIS KOMMUNAL ReKIS EXPERT

SACHSEN SACHSEN-ANHALT THÜRINGEN



HERAUSFORDERUNGEN
> TEMPERATUR
> NIEDERSCHLAG
> TROCKENHEITSMERKMALE

HANDLUNGSFELDER
> GESUNDHEIT
> BAUWESEN

INFOS UND HILFSANGEBOTE
> KLIMABEGRIFFE
KOMMUNALE KLIMASTECKBRIEFE



EXPERTEN
MODUS



LÄNDERDA-
TEN



DATENANA-
LYSE



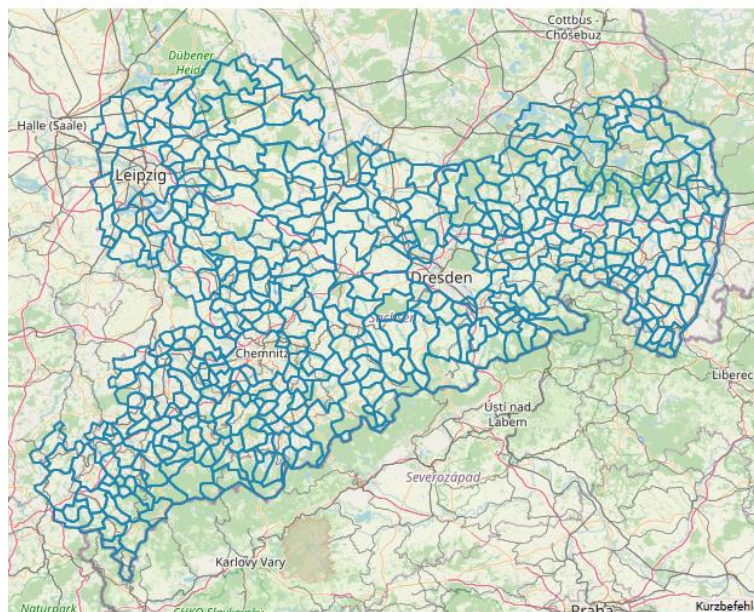
DATENSÄTZE



INTERPOLA-
TION

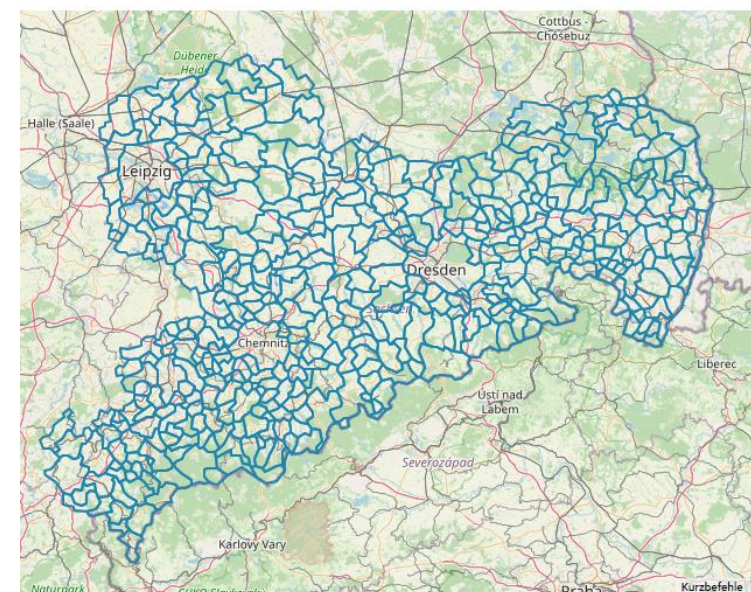
Temperaturentwicklung

Bitte wählen Sie eine Kommune aus.



Niederschlagsentwicklung

Bitte wählen Sie eine Kommune aus.



<http://rekis.hydro.tu-dresden.de/kommunal/sachsen-k/infos-und-hilfsangebote/kommunale-klimasteckbriefe>



ReKIS

Regionales Klimainformationssystem
für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

ÜBER UNS VERANSTALTUNGEN AKTUELLES KONTAKT DARSTELLUNGSOPTIONEN

ReKIS WISSEN **ReKIS KOMMUNAL** ReKIS EXPERT

SACHSEN SACHSEN-ANHALT THÜRINGEN



HERAUSFORDERUNGEN
> TEMPERATUR
> NIEDERSCHLAG
> TROCKENHEITSMERKMALE

HANDLUNGSFELDER
> GESUNDHEIT
> BAUWESEN

INFOS UND HILFSANGEBOTE
> KLIMABEGRIFFE
KOMMUNALE KLIMASTECKBRIEFE

Klimasteckbriefe



EXPERTEN
MODUS

LÄNDERDA-
TEN

DATENANA-
LYSE

DATENSÄTZE

INTERPOLA-
TION

Lufttemperatur

Pirna

+2.6 °C

Temperatursteigerung
bis 2050

Klimainformationen
Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie

Klimawandel in Ihrer Region

- Ab 2048 ist ein Jahr wie 2019 Durchschnitt
- Starke Zunahme von heißen Tagen/
sommerlicher Hitze
- Dauerfrost wird immer weniger wahrscheinlich
Kälteperioden werden abnehmen

Wichtige Maßnahmen

- Erstellung eines Hitzeaktionsplanes
- Anpassung der Bauleitplanung und des
Gebäudebestands an Hitze
- Schutz der Älteren und kleinen Kinder vor Hitze
- Notwendigkeit des Winterdienstes bleibt weiterhin b



Niederschlag

Pirna

-12 %

Niederschlagsänderung
im Sommer bis 2050

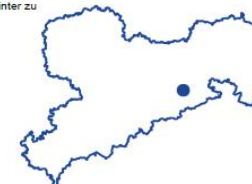
Klimainformationen
Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie

Klimawandel in Ihrer Region

- Der Jahresniederschlag ändert sich in der Zukunft nur geringfügig
- Allerdings gibt es Veränderungen innerhalb der Jahreszeiten
- Im Sommer nimmt der Niederschlag ab und im Winter zu

Wichtige Maßnahmen

- Anpassung der Bauleitplanung an
Wechsel von Starkregen und Trockenheit
- Anpassung der Kanalisation an
Wechsel von Starkregen und Trockenheit
- Wasserrückhalt in der Fläche erhöhen
- Entsiegelung von Flächen
- Einplanung von höheren Kosten für
die Pflege von Stadtgrün



ReKIS LfULG

<http://rekis.hydro.tu-dresden.de/kommunal/sachsen-k/infos-und-hilfsangebote/kommunale-klimasteckbriefe>

Zusammenfassung einiger Kennwerte für Orte im Elbtal

Ereignistage												
1961-1990 und Änderung von 1991-2019 im Vergleich zu 1961-1990												
	Sommertage (Tmax > 25°C)			Heiße Tage (Tmax > 30°C)			Frosttage (Tmin < 0°C)		Eistage (Tmax < 0°C)			
	mittl. Anzahl Tage/Jahr	mittl. Zunahme Tage/Jahr	max. Zunahme Tage/Jahr	mittl. Anzahl Tage/Jahr	mittl. Zunahme Tage/Jahr	max. Zunahme Tage/Jahr	mittl. Anzahl Tage/Jahr	mittl. Abnahme Tage/Jahr	mittl. Anzahl Tage/Jahr	mittl. Abnahme Tage/Jahr		
Diera-Zehren	40	12	51	8	2	28	88	-10	20	-5		
Meißen	38	12	51	6	3	30	86	-6	23	-7		
Weinböhla	39	9	48	6	2	28	80	-1	22	-5		
Coschütz	38	9	48	6	3	28	80	0	22	-5		
Radebeul	40	6	46	6	3	28	78	-4	22	-5		
Dresden	39	7	45	6	2	24	81	-2	21	-3		
Pirna	38	6	45	5	2	24	88	-5	22	-5		
Mittelwert	38,9	8,7	47,7	6,1	2,4	27,1	83,0	-4,0	21,7	-4,0		



Zusammenfassung einiger Kennwerte für Orte im Elbtal

Tage mit Starkregen			
1961-1990 und Änderung von 1991-2019 im Vergleich zu 1961-1990			
	mittl. Anzahl Tage/Jahr	mittl. Zunahme Tage/Jahr	max. Zunahme Tage/Jahr
Diera-Zehren	36	2	23
Meißen	34	4	25
Weinböhla	35	3	23
Coschütz	36	2	23
Radebeul	36	2	26
Dresden	35	4	19
Pirna	36	7	26
Mittelwert	35,4	3,4	23,6



$$IH = \sum_{1/04}^{30/09} \left[\frac{(T_{mj} - 10) + (T_{xj} - 10)}{2} \right] k$$

Heliothermalindex nach Pierre Huglin

T_{mj} : mittlere Tagestemperatur; T_{xj} : maximale Tagestemperatur;
Basistemperatur: 10
k: Faktor für Tageslänge (1,06 für 50°N)

1500 = Muller-Thurgau, Portugais bleu.
1600 = Pinot blanc, Pinot gris, Aligoté, Gamay, Gewurztraminer.
1700 = Pinot noir, Chardonnay, Riesling, Sylvaner, Sauvignon, Melon.
1800 = Cabernet franc, Blaufrankisch.
1900 = Cabernet Sauvignon, Chenin blanc, Merlot, Sémillon, Riesling italien.
2000 = Ugni blanc.
2100 = Cinsaut, Grenache, Syrah.
2200 = Carignan.
2300 = Aramon.

Huglin (1978)

1500: Müller-Thurgau

1600: Weißburgunder, Grauburgunder, Chardonnay, Gewürztraminer, Sauvignon blanc

1700: Spätburgunder, Riesling, Sylvaner, Gamay

1800: Cabernet franc, Merlot

1900: Cabernet Sauvignon, Chenin blanc, Semillon, Ital. Riesling

2000: Ugni blanc, Grenache, Syrah

2100: Cinsaut

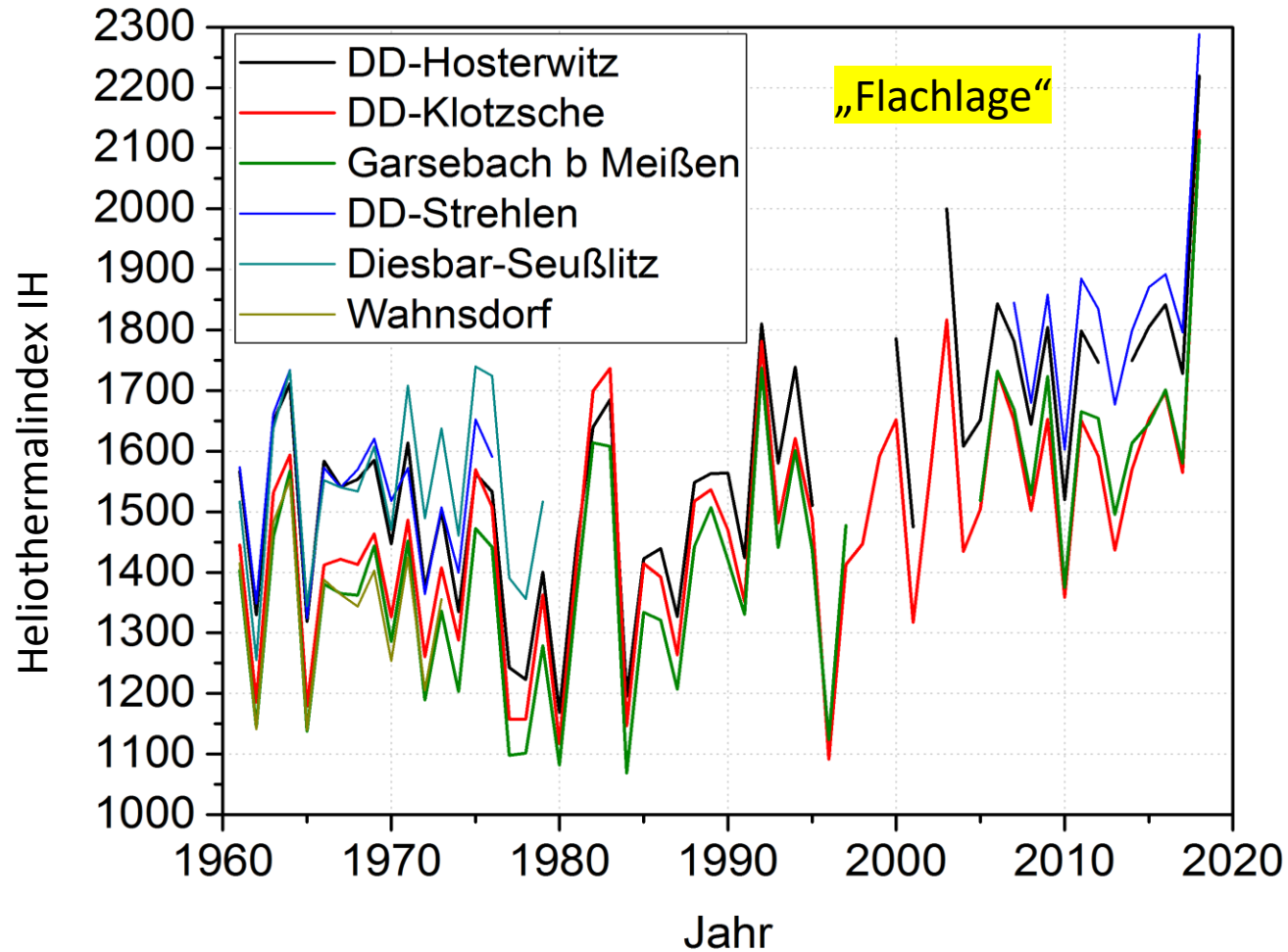
2200: Carignan

2300: Aramon

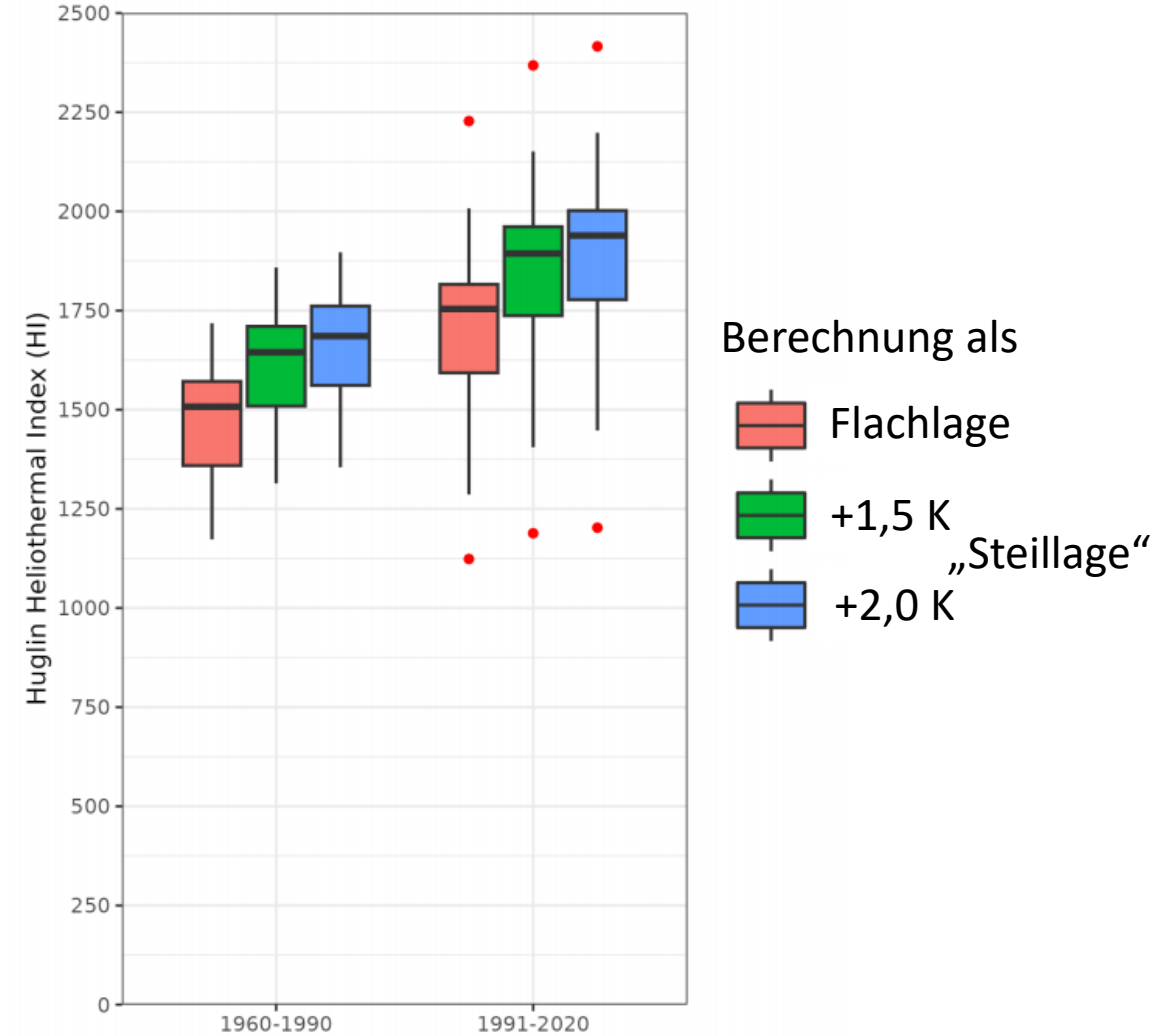
(Hofmann, Hoppmann, Schultz, Vortrag 2006)



Heliothermalindex nach Huglin für Klimastationen in Sachsen



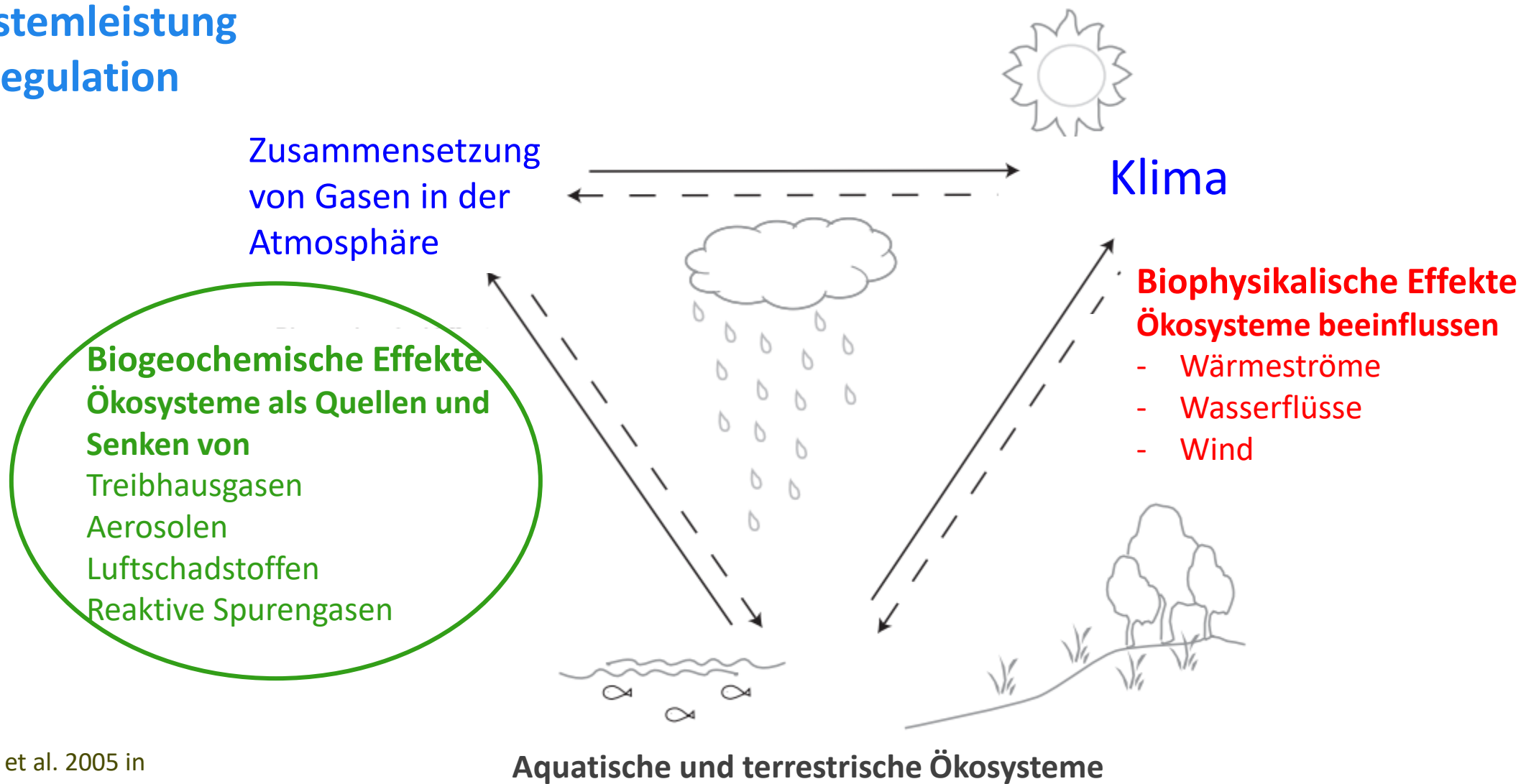
Dresden-Hosterwitz



- Zunahme der **mittl. Lufttemperatur** bis 2020 bereits ca. 1 °C, **letzte Dekade extrem**
- Zunahme der **Temperaturspannen** (T_{min}-T_{max}) innerhalb der Monate;
- große **Temperatursprünge** zwischen aufeinanderfolgenden Monaten im Frühjahr (Unterschied der Monatsmittel bis 7°C).
- Trend der **Frosttage** (T_{min} < 0°C) abnehmend, regional unterschiedlich, aber Verfrühung der **Vegetationsentwicklung** → **Spätfrostschäden** weiterhin möglich; Abnahme von **Eistagen**
- Zunahme von **Heißen Tagen** (T_{max} > 30°C) und **Tropennächten** (T_{min} > 20°C, nächtl. Verdunstung)
- Zunahme von **Sonnenstunden**, → **Anstieg Heliothermalindex**
- Abnahme der **Jahresniederschläge**, vor allem **Frühjahr bis Frühsommer** (Apr.-Juni) → Zunahme von **Trockenheit**
- Zunahme von **Starkregenereignissen** im Sommer → **höhere Erosionsgefahr**



Ökosystemleistung Klimaregulation



nach Betts et al. 2005 in
Millenium Ecosystem Assessment, Kap. 13



Als Ökosystem(dienst)leistung:

Ökosysteme als Senke von Treibhausgasen

Reduktion von Treibhausgasen durch langfristige Aufnahme von Treibhausgasen, besonders Kohlendioxid (CO₂), in die Ökosysteme (**Kohlenstoff-/C-Senken**), zum Beispiel Aufnahme durch

- **Meeresalgen**, langfristige Ablagerung am Meeresboden
- **Wälder**, langfristige Speicherung im Boden (Humus, Kohle) und im Holz
- **Grasländer und landwirtschaftliche Systeme**, langfristige Speicherung im Boden (Humus)

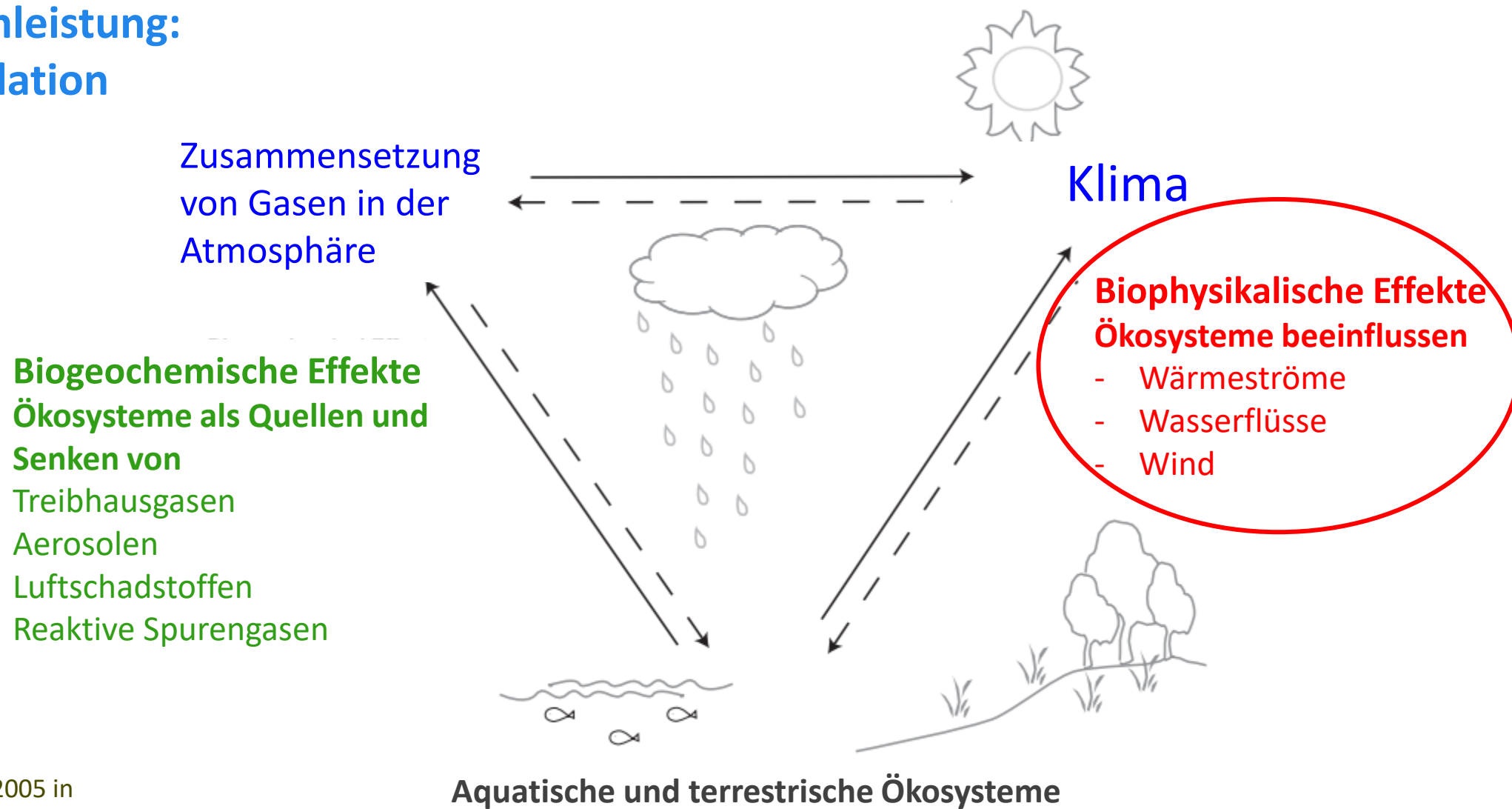
Weinanbaugebiete:

C-Senke begrenzt, da Flächenanteil weltweit vergleichsweise niedrig, Biomasse pro Flächeneinheit vergleichsweise niedrig, unterirdischer organischer Kohlenstoff (Wurzeln, Humus) niedrig im Vergleich zu Wäldern





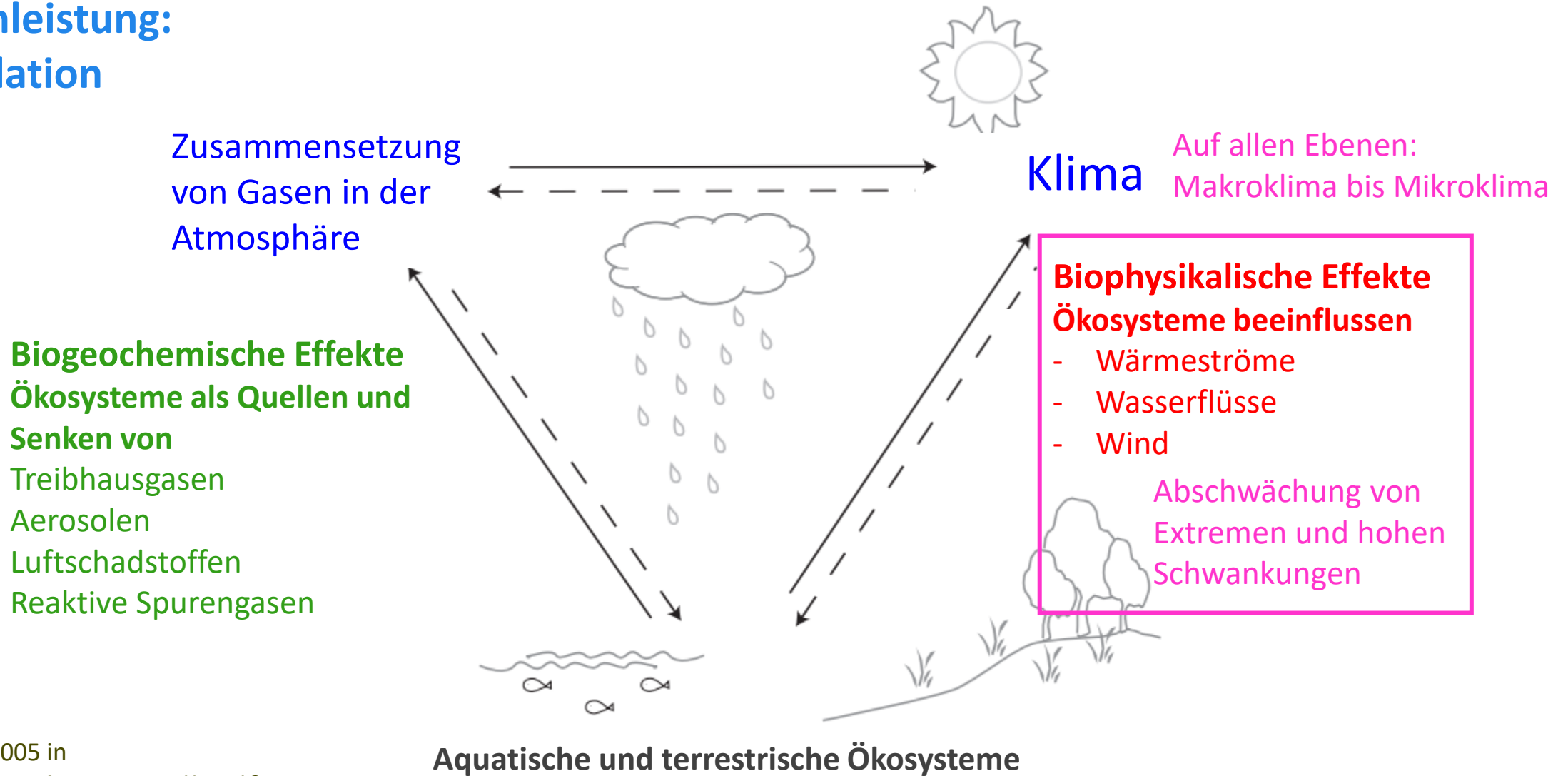
Ökosystemleistung: Klimaregulation



nach Betts et al. 2005 in
Millenium Ecosystem Assessment, Kap. 13



Ökosystemleistung: Klimaregulation



nach Betts et al. 2005 in
Millenium Ecosystem Assessment, Kap. 13

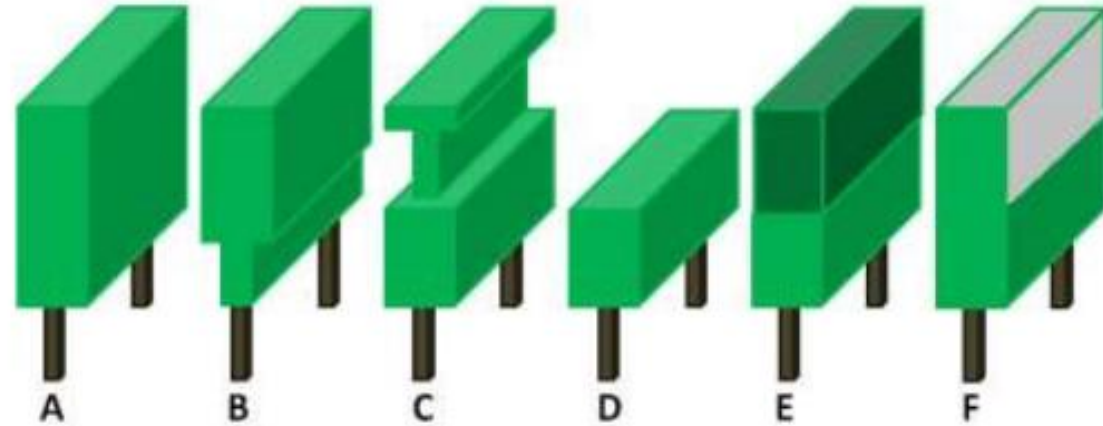


Kann der Winzer das Mikroklima steuern?

„Diese Frage muss eindeutig bejaht werden.“

Nach Hoppmann, Schaller, Stoll (2017):
Terroir. Wetter Klima Boden
Ulmer, 2. Aufl., S. 189

Beispiel: Laubwandmanagement



A normale LW-Höhe
B Entblätterung in der Traubenzone
C Entblätterung über der Traubenzone

D starker Sommerschnitt
E Applikation transpirationshemmender Öle
F Schattiernetz mit unterschiedlichen Schattierwerten

nach Stoll, Tittmann & Schultz (2012)

BIODIVina:

Ja, auch durch Bodenvegetation und ihre selektive Förderung durch die Bewirtschaftung

Klimaregulation im Weinberg: Strukturen & Merkmale



Strahlung
Temperatur
Feuchte
Wind
Extreme



Rebzeilen

Gelände

Mauern, Steinriegel

Rebenalter

Traubenstruktur

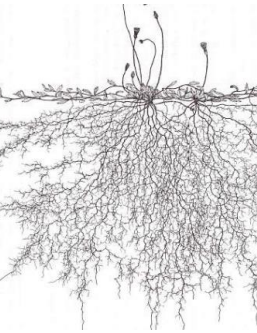
Laubwandstrukturen

Oberflächenfarben

Wurzeltiefen/-dichten

Deckungsgrad/Offener Boden

Pflanzenhöhen



Fotos: © R. Achtziger



Zusammenfassung



Klimaregulation im Weinberg: Strukturen & Merkmale



Strahlung
Temperatur
Feuchte
Wind
Extreme



Rebzeilen

Gelände

Mauern, Steinriegel

Rebenalter

Traubenstruktur

Laubwandstrukturen

Oberflächenfarben



Deckungsgrad/Offener Boden

Wurzeltiefen/-dichten



Pflanzenhöhen



Fotos: © R. Achtziger



Biophysikalische Effekte

Prozesse

Steuerungsfaktoren

Strahlungshaushalt

Strahlungsabsorption=Einstrahlung–Reflexion); Anteil der reflektierten Strahlung an der Einstrahlung (= **Albedo**) (hell: hohe Reflexion, dunkel: niedrige Reflexion), → dunkle Körper erwärmen sich stärker

Tageslänge/Breitengrad, Exposition und Neigung des Geländes, **Bewuchs/Deckungsgrad**, Albedo abhängig von der **Farbe des Untergrunds**, hell: weißfilzige Blätter, Sand, hellgrüne Blätter; dunkel: brauner Boden, dunkles Gestein, dunkelgrüne Blätter

Wärmehaushalt

Umwandlung absorbiertes Strahlung in Wärme; **Wärmespeicherung** (Boden, Pflanzen, Gestein); → feuchte, dichte Körper haben eine höhere Wärmekapazität; Wärmeabgabe an die kühlere Umgebung → Erwärmung der Umgebungsluft

Masse, Dichte, Beschaffenheit, Dauerhaftigkeit, **Wassergehalt** der Komponenten (Gestein, Boden, Pflanzen), Boden: Tiefgründigkeit, Humusgehalt; Pflanzen: Dauer-/saisonale Kulturen, Nutzpflanzen, Begleitpflanzen, Gehölze, Kräuter, Gräser



Biophysikalische Effekte

**Wind,
Turbulenz,
Ventilation**

Verursachung von Temperaturunterschieden, Luftströme, Verstärkung (Kanalisation), Abschwächung (Reibung), Verwirbelung, Durchlüftung

Prozesse/Funktionen (Flüsse & Speicher)

**Wasser-
haushalt**

Interzeption von Niederschlag (Benetzung); Versickerung; Oberflächenwasserabfluss; Wasseraufnahme,-speicherung; Quellung; Wassertransport; Verdunstung, **Verdunstungskühlung** durch Energieentzug aus der Umgebung; Transpiration der Pflanzen, Transpirationskühlung;

Steuerungsfaktoren

Höhenlage; Geländeform; Beschaffenheit der Umgebung; **Rauhigkeit** der Oberfläche; **Deckungsgrad, Höhe, Dichte der Vegetation**; Verteilung von Pflanzen; Blattgröße, Blattflächendichte, Traubendichte

Steilheit des Geländes; Größe von Oberflächen, die Wasser aufnehmen können; Volumen von Komponenten, die Wasser speichern können: **Wasserspeicherung von Boden** (Porigkeit, Humusgehalt) und **Pflanzen** (Blätter, Sproß, Wurzeln), Größe von Oberflächen, die Wasser verdunsten können; unkontrolliert: offener Boden; kontrolliert: Blattfläche von Pflanzen, Anteil der **Anpassungstypen der Pflanzen** („Wassersparer/Wasserverschwender“, Tiefwurzler/Flachwurzler)

Klimaregulation im Weinberg: Zusammenfassung



Lockere Trauben:
Belüftung ↗
Wärme ↘



Hohes Rebenalter:
Wärme-, C-Speicher ↗, tiefe
Wurzeln: Trockentoleranz ↗



Rebzeilen:
Durchlüftung ↗ Kanalisierung
von Luftströmen ↗



Steiles Gelände:
Einstrahlung ↗ Luftströme ↗
Kaltluftabfluss ↗

**Beschattung von
Freiflächen:**
Austrocknung ↘
Überhitzung ↘



Mauern, Steinriegel
Wärmespeicher ↗
Wärmeabgabe ↗
Strahlungseintrag in
die Umgebung ↗



Lockere Laubwand:
Beschattung ↘
Ventilation ↗
Transpiration/Blatt (↗)
Transpiration/Stock (↘)

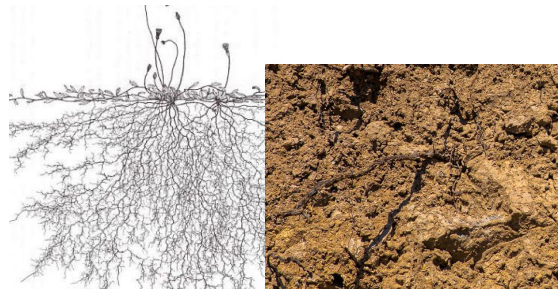
Helle Oberflächenfarben:
Strahlungsreflexion ↗
Bodentemperaturen ↘



Niedere Bodenvegetation:
Strahlungsreflexion ↗
Beschattung ↘
Luftabfluss/Durchlüftung ↗
Wasserbedarf ↘



Wenig Bodendeckung
Wärmeleitung ↘
Austrocknung ↗
Überhitzung ↗



Große Wurzeltiefen/-dichten:
Bodenwasseraufnahme ↗
Trockentoleranz ↗

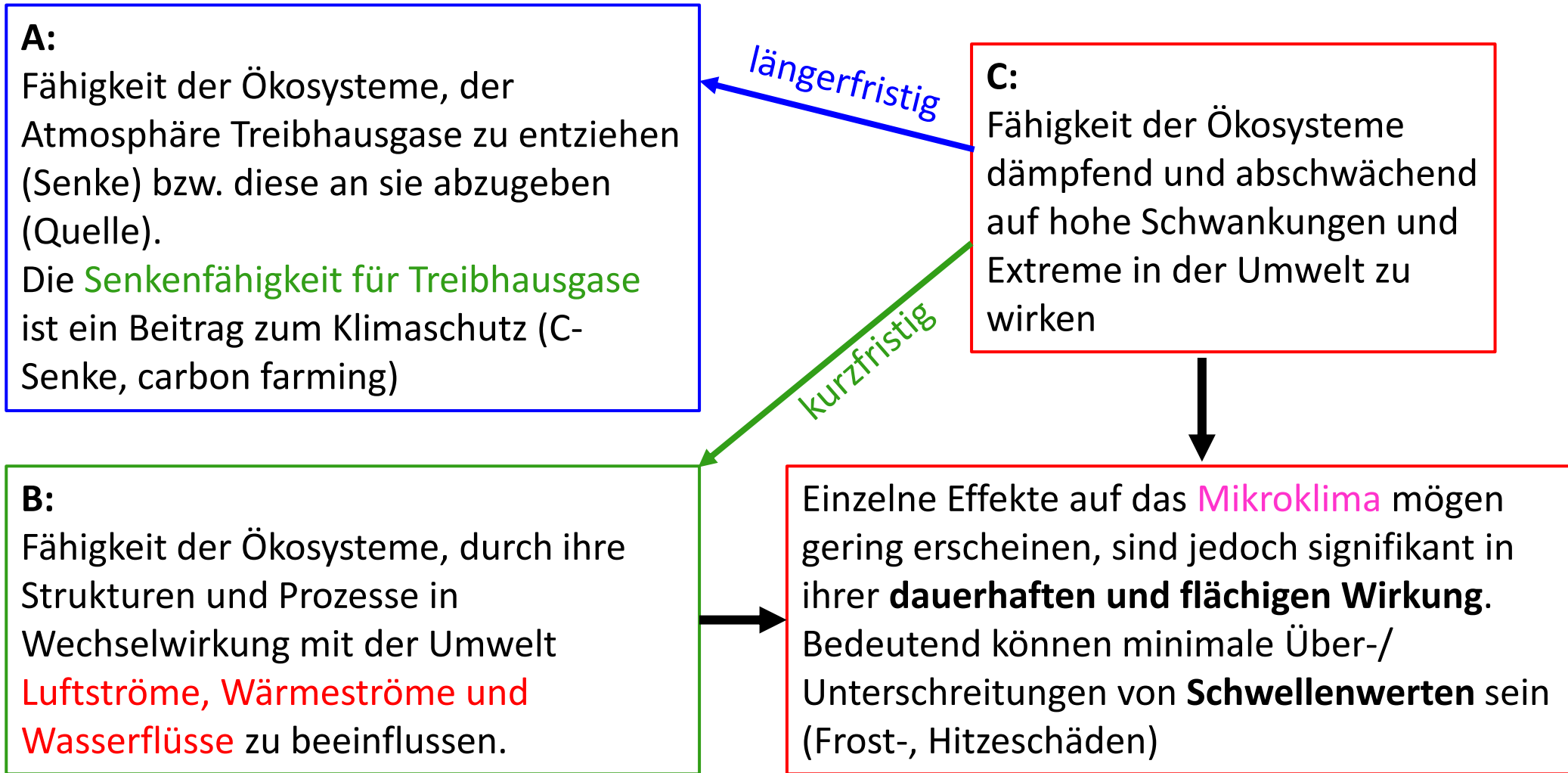
Hohe Bodenveget.:
Strahlungsreflexion ↘
Beschattung ↗
Durchlüftung ↘
Wasserbedarf ↗



Fotos: © R. Achtziger



**Klima-
regulation**
besteht in der



Betts, R. et al. (2005) Climate and air quality. In: Millenium ecosystem assessment, Full Report, Vol. 1, Chapter 13, 357-390 [<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.282.aspx.pdf>]

Hofmann, M., Hoppmann, D., Schultz, H. R. (2006) Einfluss der Klimaveränderung auf die phänologische Entwicklung der Rebe sowie die Säurestruktur der Trauben. Vortrag, FA Geisenheim, DDW Geisenheim. [<https://www.hlnug.de/static/klimawandel/inklim/dokumente/fachtagung/schultz.pdf>]

Huglin M. P. (1978) Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. Comptes rendus des séances de l'Académie d'agriculture de France. 1117-1126

Stoll, M. Tittmann, S., Schultz H. R. (2012) Laubwand – so viel wie nötig. Der Deutsche Weinbau 11, 22-24